

## حذف کروم شش ظرفیتی از پساب شبیه سازی شده صنایع آبکاری توسط نانو ذرات مگنتیت

دکتر عباس خدابخشی<sup>۱\*</sup>، دکتر محمد مهدی امین<sup>۲</sup>، دکتر مرتضی سدهی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> گروه مهندسی بهداشت محیط- دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، شهرکرد، ایران، <sup>۲</sup> مرکز تحقیقات محیط زیست- دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران، <sup>۳</sup> مرکز تحقیقات گیاهان دارویی- دانشگاه علوم پزشکی شهرکرد، شهرکرد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۹/۱۰/۱۴۰۰ اصلاح نهایی: ۱۹/۱۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱/۲۵

### چکیده:

**زمینه و هدف:** کروم به عنوان یکی از مهمترین آلاینده های محیط زیست محسوب می گردد و در غلظت های بالا در پساب صنایع آبکاری وجود دارد. نانو ذرات آهن مغناطیسی، با استفاده از مکانیسم های جذب سطحی، تعویض یونی و نیروهای الکترواستاتیک می تواند در کنترل و حذف فلزات سنگین از فاضلاب های صنعتی مورد استفاده قرار گیرد. هدف از انجام این تحقیق بررسی کارایی نانو ذرات مغناطیسی در حذف کروم شش ظرفیتی (VI) از پساب های شبیه سازی شده صنایع آبکاری و پارامترهای موثر بر آن می باشد. **روش بررسی:** در این مطالعه تجربی نانو ذرات مگنتیت با استفاده از روش سل- ژل و با افزودن کلرور آهن دو و سه ظرفیتی در محیط مایه و تحت شرایط قلیایی تهیه گردید. سپس تاثیر عوامل موثر بر این فرآیند شامل، غلظت نانو ذره، غلظت اولیه کروم، pH محلول، سرعت اختلاط و زمان تماس، بررسی گردید. برای تعیین حجم نمونه از روش تاگوجی و تحلیل داده ها بر اساس مدل رگرسیون خطی ساده انجام شد. نمونه برداری بر مبنای پروتکل نمونه برداری انجام شد.

**یافته ها:** یافته های این تحقیق نشان داد که در شرایط pH معادل ۲، غلظت اولیه کروم ۱۰ میلی گرم بر لیتر، نانو ذرات مگنتیت سنتز شده با دوز ۱ گرم بر لیتر، زمان تماس ۵ دقیقه و سرعت همزن ۲۵۰ دور در دقیقه، حدود ۸۲٪ از کروم (VI) حذف شده بود. راندمان حذف با افزایش سرعت اختلاط افزایش معنی داری داشت ( $P < 0.001$ ). همچنین راندمان حذف با افزایش pH و افزایش غلظت کروم کاهش معنی داری داشت ( $P < 0.001$ ).

**نتیجه گیری:** نانو ذرات تولیدی مگنتیت دارای کارایی بالایی در حذف کروم (VI) از پساب های شبیه سازی شده صنایع آبکاری بوده و راندمان حذف با pH رابطه عکس دارد.

**واژه های کلیدی:** جذب سطحی، کروم شش ظرفیتی، نانو ذرات مگنتیت، پساب صنایع آبکاری.

### مقدمه:

در محیط حرکت می کند و بسیار سمی، سرطان زا و جهش زا می باشد، در حالی که کروم سه ظرفیتی سمیت کمتری دارد. تجمع کروم در بافت های حیوانی و گیاهی می تواند سبب بروز مشکلات جدی گردد. کروم باعث ایجاد اختلال در عملکرد کبد، کلیه و ریه می شود. سازمان جهانی بهداشت سرطان زا بودن کروم شش ظرفیتی را در انسان تایید کرده است. حداکثر مجاز توصیه شده برای کروم در آب

به دلیل رشد سریع صنعت، فلزات سنگین بیش از اندازه وارد محیط زیست شده اند که این امر تبدیل به یک نگرانی جهانی شده است (۱). کروم شش ظرفیتی، یکی از اکسیدان های سخت و جزء گروه A مواد سرطان زا است (۲). کروم از طریق نشت یا روش های دفع نادرست در محیط رها می شود و به دو حالت اکسید شده، کروم سه ظرفیتی (III) و کروم شش ظرفیتی (VI) یافت می شود. کروم شش ظرفیتی

\* نویسنده مسئول: شهرکرد-رحمتیه - دانشگاه بهداشت- گروه مهندسی بهداشت محیط- تلفن: ۰۳۸۱-۲۲۵۳۶۶۱ E-mail: khodabakhshi@skums.ac.ir

آشامیدنی توسط موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۰/۰۱ میلی گرم در لیتر می باشد (۳). منابع صنعتی تولید کننده کروم شش ظرفیتی عمدتاً شامل، کارخانجات آلایژی و ساخت فولاد، شستشوی فلزات، آبکاری، دباغی، چرم و سنتز رنگدانه و رنگرزی می باشد.

در صنعت، جداسازی آلاینده ها توسط ذرات مغناطیسی به علت عدم وجود مشکلات و مسایل موجود در سایر روش ها مثل فیلتراسیون، سانتریفوژ و یا جدا سازی ثقلی و همچنین نیاز به انرژی کمتری برای رسیدن به سطح معین از جداسازی آلاینده ها بسیار مطلوب و مناسب است (۲).

کروم شش ظرفیتی معمولاً در فاضلاب به فرم آنیون های کرومات ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) و دی کرومات ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) وجود داشته و به راحتی با استفاده از روش معمولی رسوب نمی کند (۴).

در حال حاضر متدهای زیادی برای حذف و احیای فلزات سنگین از فاضلاب های صنعتی بکار گرفته می شود، که از جمله این روش ها می توان به ته نشینی شیمیایی، رزین های تعویض یونی، جداسازی غشایی و بسیاری از روش های دیگر اشاره کرد. این روش های تصفیه از کارآیی بالایی در حذف برخوردار نبوده و همچنین هزینه های تصفیه در این روش ها بسیار بالاست. جهت استفاده از روش های جایگزین و نوین برای تصفیه فاضلاب ها تحقیقات زیادی انجام گرفته است. یکی از این روش های نوین که تحقیقات بر آن تاکید می کند استفاده از نانو ذرات مگنتیت در تصفیه فاضلاب ها است (۵).

اکسیدهای آهن در اشکال مختلف برای تصفیه فلزات سنگین و رادیواکتیو از آب و فاضلاب بکار می روند. استفاده از نانو ذرات مغناطیسی مگنتیت به علت مزایای زیر برای حذف فلزات سنگین مورد مطالعه قرار گرفته است، ۱- امکان تولید به روش سل- ژل به مقدار زیاد، ۲- قابلیت جذب سطحی بالا به علت داشتن سطح موثر بالا و سایت های جذب بر روی خود، ۳- انجام سریع واکنش جذب و ۴- جداسازی

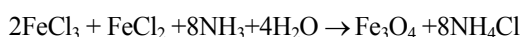
آسان توسط میدان مغناطیسی خارجی (۶).

مطالعه رفعتی و همکاران نشان داد که رزین نانو ذرات آهن دارای قدرت جذب بالایی در حذف کروم شش ظرفیتی می باشد (۷). همچنین مطالعه رحمانی و همکاران نشان داد که نانو ذرات آهن صفر ظرفیتی در احیای کروم شش ظرفیتی اثر قابل توجهی دارند (۳). مطالعات شیرزاد و همکاران نشان داد که نانو ذرات دی اکسید تیتانیوم در حضور اشعه UV می تواند بطور موثری نیکل و کروم شش ظرفیتی را از محیط های آبی حذف نماید (۸).

مطالعه حاضر با هدف بررسی نقش و اثر نانو ذرات مغناطیسی سنتز شده ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) توسط روش سل - ژل در حذف کروم شش ظرفیتی از پساب های صنعتی سنتتیک انجام شده است.

### روش بررسی:

ویژگی های نانو ذرات سنتزی: در این پژوهش نانو ذرات مگنتیت از طریق روش سل - ژل تحت واکنش شیمیایی زیر در آزمایشگاه تهیه گردید.



ابتدا ۲۰۰ میلی لیتر از آب مقطر اکسیژن زادی شده با مقاومت الکتریکی ۱۷/۸ میکرو مهوس به مدت ۳۰ دقیقه توسط گاز نیتروژن هوادهی شد. سپس مقدار ۵/۲ گرم کلرور فریک شش آب با ۲ گرم کلرور فرو چهار آب به هم مخلوط گردید. پس از آن در حالی که گاز نیتروژن به محلول دمیده می شد، محلول هیدرواکسید آمونیوم ۱/۵ مولار به آن اضافه شد و عمل اختلاط انجام گرفت. پس از انجام واکنش ابتدا رسوب قهوه ای رنگ تشکیل شد و در ادامه با افزایش pH به ۸ رسوب سیاه رنگ تشکیل گردید. در این زمان همزن خاموش شد. سپس ذرات مگنتیت تشکیل شده و شروع به رسوب نمودن کردند که در ادامه با استفاده از یک میدان مغناطیسی اقدام به جداسازی آنها گردید. در ادامه محلول روی ذرات

لیتر، سرعت های همزن ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ دور در دقیقه انجام گرفت. بعد از انجام هر آزمایش توسط یک میدان مغناطیسی اقدام به جداسازی نانو ذرات مگنتیت گردیده و غلظت کروم باقیمانده در محلول جداسازی شده توسط دستگاه ICP-OES تعیین مقدار گردید. به منظور اطمینان از نتایج کلیه آزمایشات دو بار انجام شد. کلیه آزمایشات در آزمایشگاه پایلوت دانشجویان دکتری دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان انجام گرفت و تحلیل داده ها بر اساس مدل رگرسیون خطی ساده انجام شد.

### یافته ها:

خصوصیات نانو ذرات تولید شده: قطر متوسط ذرات سنتز شده در محدوده ۱۲۰-۴۵ نانو متر تعیین شد. همچنین پتانسیل زتای نانو ذرات ستر شده ۵۸/۶- میلی ولت توسط دستگاه Zeta potential & Particle sizer برآورد گردید.

تصاویر نانو ذرات مگنتیت سنتز شده توسط میکروسکوپ الکترونی رویی (SEM) تهیه، اسپکتروم نانو ذرات مگنتیت و آنالیز عنصری آنها را بعد از عمل جذب کروم بر روی ذرات انجام گرفت، که تایید کننده جذب کروم بر روی نانو ذرات می باشد (تصویر شماره ۱).

نتایج حاصل از آنالیز نانو ذرات سنتز شده را که توسط دستگاه فلورسانس اشعه ایکس (XRF) نشان داد که خلوص نانو ذرات تولید شده بالای حدود ۹۰ درصد می باشد.

تخلیه شد و اقدام به شستشوی مواد سنتز شده توسط آب مقطر با خلوص بالا گردید، در نهایت رسوب ژل مانند تشکیل شده، خشک گردید (۹).

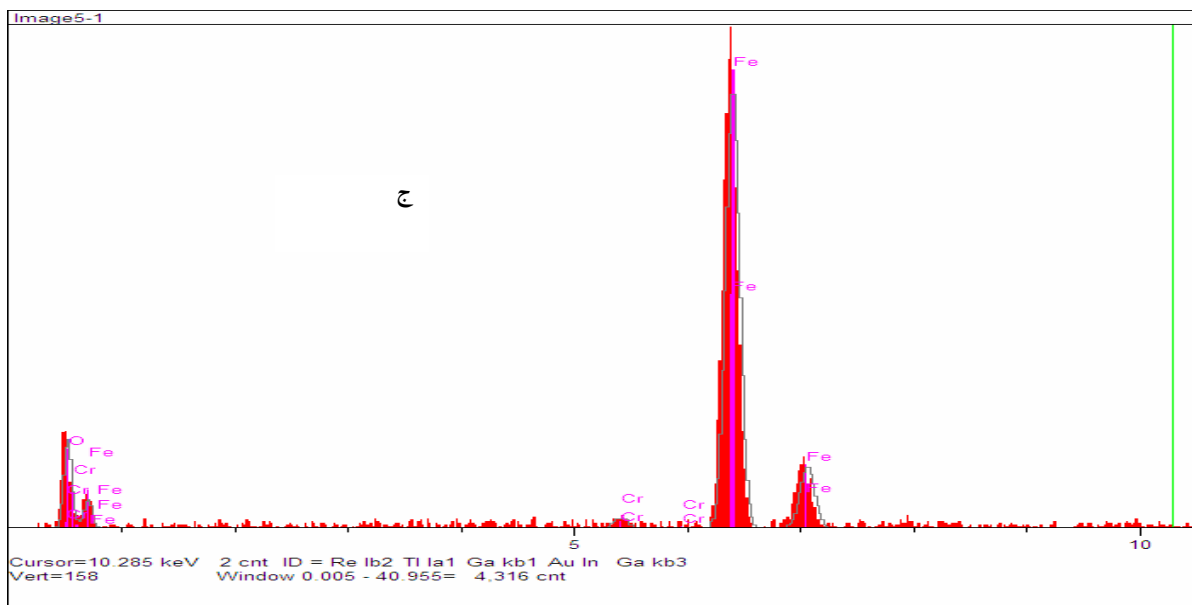
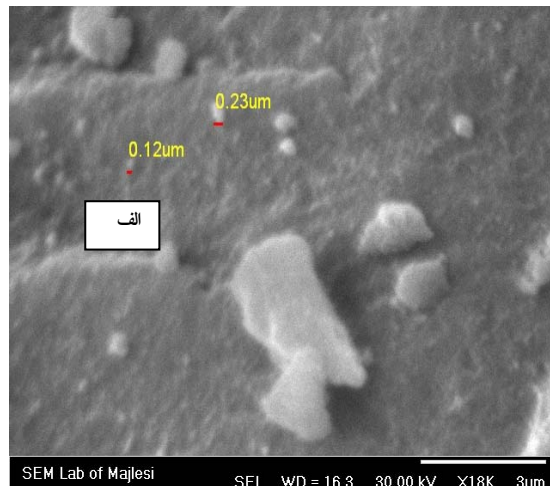
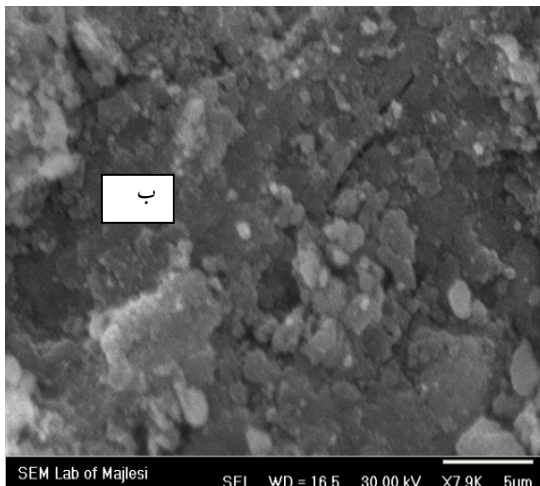
تصاویر نانو ذرات مگنتیت سنتز شده توسط میکروسکوپ الکترونی رویی (SEM) تهیه و همچنین خلوص نانو ذرات تولیدی توسط دستگاه های پراش اشعه ایکس (XRD) و فلورسانس اشعه ایکس (XRD) مشخص گردید.

پروتکل نمونه برداری: پروتکل نحوه انجام آزمایشات از روش آماری Taguchi و همکاران و توسط نرم افزار Mini Tab تهیه گردید (۱۰). با در نظر گرفتن شش فاکتور شامل زمان تماس، pH، سرعت اختلاط، غلظت کرم، نوع و غلظت نانو ذره، نرم افزار چهار فاکتور چهار سطحی و دو فاکتور دو سطحی مشتمل بر ۱۶ آزمایش را پیشنهاد نمود.

مشخصات فاضلاب صنعتی شبیه سازی شده: محدوده غلظت کروم شش ظرفیتی در پساب صنایع آبکاری در محدوده ۱۰ تا ۲۰۰ میلی گرم در لیتر گزارش شده است. بر این اساس، در این مطالعه فاضلاب صنعتی سنتتیک بر اساس غلظت کروم شش ظرفیتی موجود در پساب های صنایع آبکاری شبیه سازی گردید.

روش آزمایش: در این مطالعه تجربی کارآیی نانو ذرات سنتزی در حذف کروم مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا محلول ۱ گرم در لیتر  $K_2Cr_2O_7$  تهیه شد، سپس رقت های مختلف کروم از این محلول بدست آمد.

آزمایشات به صورت ناپیوسته و با تغییر فاکتورهای pH در مقادیر ۲، ۵، ۷، ۹، زمان های ماند ۵، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه، غلظت های اولیه کروم ۱۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر، نانو ذرات با دوزهای ۱ و ۵ گرم در



### تصویر شماره ۱: تصاویر نانو ذرات مگنتیت سنتز شده به کمک میکروسکوپ الکترونی رویش (SEM)

الف) قبل از جذب کروم      ب) بعد از جذب کروم  
ج) اسپکتروم  $Edx$  (energy dispersive xray) از  $Fe_3O_4$  بعد از جذب کروم

بر کارایی نانو ذرات مگنتیت در حذف کروم نشان داد که کارایی حذف کرم با کاهش pH افزایش یافت ( $P < 0.001$ ) (نمودار شماره ۱).

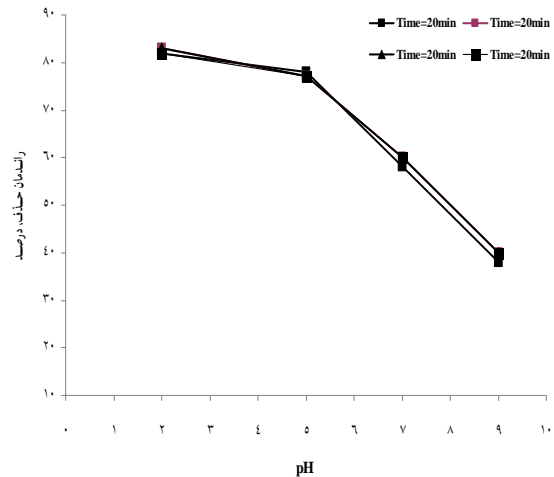
تغییرات سرعت همزن بر کارایی حذف کروم در سرعت ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰ دور بر دقیقه بعد از زمان بیست دقیقه به ترتیب حدود ۷۰، ۷۳، ۷۵، ۸۰ درصد بود ( $P < 0.001$ ) (نمودار شماره ۲).

نتایج حاصل از تغییرات غلظت کروم، pH و سرعت همزن بر کارایی نانو ذرات مگنتیت:

اثر تغییرات غلظت اولیه کروم بر کارایی حذف آن در pH=۲، غلظت ۱ گرم در لیتر نانو ذرات مگنتیت و سرعت همزن ۳۰۰ دور بر دقیقه انجام گرفت. میانگین راندمان حذف در غلظت های ۱۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر کروم به ترتیب  $82 \pm 0.07$ ،  $60 \pm 2$ ،  $24 \pm 0.6$  و  $18 \pm 0.07$  درصد به دست آمد ( $P < 0.001$ ). نتایج حاصل از تغییرات pH

کریستالی و عناصر تشکیل دهنده ذرات به ترتیب توسط XRD، XRF تعیین شد، که پیک های نشان داده شده با استاندارد  $Fe_3O_4$  به خوبی مطابقت داشته و فاقد هر گونه ذره کریستالی دیگری بود. بر اساس نتایج آنالیز XRF، درصد خلوص نانوذرات سنتز شده در حدود ۹۰ درصد بود.

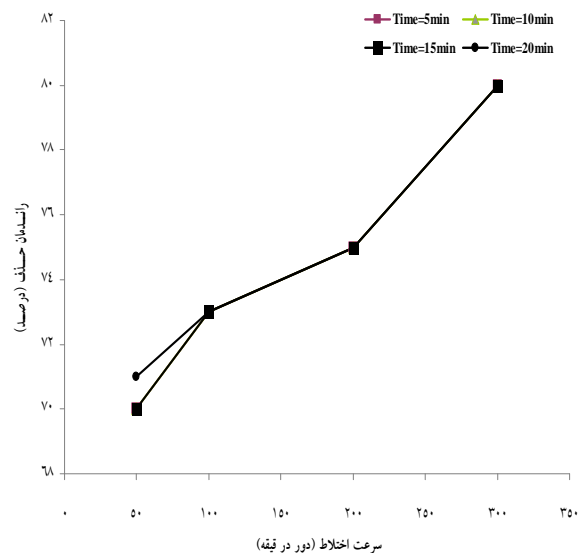
واکنش نانو ذرات اکسید آهن با کروم در زمان کوتاه و در محدوده وسیعی از pH صورت گرفت. حدود ۹۰ درصد جذب کرم در دو دقیقه اول واکنش انجام گرفت و این شاید به دلیل ویژگی جذب سطحی خارجی نانو ذرات مگنتیت باشد (۴). بیشترین کارایی حذف کروم در pH اسیدی بدست آمد و با افزایش pH کارایی حذف کاهش یافت، زیرا غلظت یون  $OH^-$  در محلول افزایش می یابد و باعث رقابت بین این یون ها با یون های  $(Cr_2O_7^{2-})$  در جذب بر روی سایت های نانو ذرات اکسید آهن می گردد. مطالعات Jung و همکاران در رابطه با چگونگی عملکرد سطح نانو ذرات مگنتیت در جذب کروم شش ظرفیتی، نشان داد که در pH پایین سایت های سطحی روی نانو ذرات مگنتیت باعث جذب سطحی کروم می شوند (۱۱). مطالعات انجام شده توسط Hu و همکاران نیز نشان داد که با کاهش pH راندمان حذف افزایش می یابد (۴). همچنین مطالعات Wang و Lo نیز نشان داد که کارایی حذف کروم با کاهش pH بیشتر می گردد (۲). نتایج مطالعات Khajeh و همکاران با عنوان ساخت نانو ذرات مگنتیت جهت کاربردهای بیولوژیک و آب را نیز نشان داد که راندمان حذف کروم با کاهش pH افزایش می یابد (۱۲). همچنین نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که کارایی حذف کروم (VI) با غلظت اولیه آن رابطه عکس دارد و راندمان حذف با افزایش pH کاهش معنی داری داشته است. مطالعات انجام شده توسط Wan Ngah و Hanafiah نشان داد که کارایی حذف با افزایش غلظت اولیه کروم (VI) کاهش می یابد (۱). همچنین مشخص گردید که افزایش غلظت



**نمودار شماره ۱:** تاثیر تغییرات pH بر کارایی حذف کروم (VI) با استفاده از نانو ذرات اکسید آهن III سنتز شده

$Fe_3O_4=1 \text{ g/l}$   $Cr=10 \text{ mg/l}$

$P < 0.001$  بر اساس مدل رگرسیون خطی ساده



**نمودار شماره ۲:** تاثیر تغییرات سرعت همزن بر کارایی حذف کروم (VI) با استفاده از نانو ذرات اکسید آهن III سنتز شده

$Fe_3O_4=1 \text{ g/l}$   $Cr=10 \text{ mg/l}$

$P < 0.001$  بر اساس مدل رگرسیون خطی ساده

## بحث:

ویژگی های نانو ذرات بکار برده شده در این تحقیق در حدود ۴۰-۱۴۰ نانومتر، با پتانسیل زتای ۶/۵۸- میلی ولت، توسط دستگاه zeta potential & particle sizer تعیین شد. ساختار

### نتیجه گیری:

نتایج بدست آمده نشان داد، که راندمان حذف کروم شش ظرفیتی توسط نانو ذرات مگنتیت سنتز شده در این مطالعه با pH وابستگی زیادی دارد، و بالاترین راندمان در pH ۲ و زمان ۲۰ دقیقه و سرعت اختلاط بالای ۲۰۰ دور در دقیقه بدست آمد. نانو ذرات مگنتیت را می توان در آینده جهت حذف کروم از فاضلاب های صنعتی، به عنوان یک روش مفید، ساده و سریع، دارای کارایی بالا و جداسازی آسان نانو ذرات، در صنعت آب و فاضلاب مورد استفاده قرار داد. با توجه به نتایج و راندمان بالای نانوذرات مگنتیت در حذف فلزات سنگین پیشنهاد می گردد در آینده مطالعاتی در خصوص استفاده از این مواد بصورت تثبیت شده بر روی بسترها انجام گیرد.

### تشکر و قدردانی:

بدینوسیله از کلیه کارکنان آزمایشگاه مرکزی دانشکده شیمی دانشگاه اصفهان به علت همکاری در این تحقیق قدردانی می نمایم.

باعث بهبود کارایی حذف می شود. مطالعات انجام شده توسط Shen و همکاران نشان داد که با افزایش غلظت نانو ذرات نانو ذرات مگنتیت، راندمان حذف افزایش می یابد (۱۳). نتایج این تحقیق نشان داد با افزایش سرعت همزن از ۲۰۰ دور در دقیقه به بالا کارایی حذف افزایش می یابد و راندمان حذف با افزایش سرعت اختلاط افزایش معنی داری دارد ( $P < 0.001$ ) (تصویر شماره ۱). مطالعات انجام شده توسط UH و همکاران مشخص کرد که با افزایش سرعت همزن راندمان حذف فلزات سنگین افزایش می یابد. افزایش سرعت اختلاط باعث کاهش لایه مرزی شده و از این جهت باعث کاهش مقاومت لایه نازک اطراف ذرات جاذب برای انتقال جرم می گردد (۴). همچنین می توان گفت که در سرعت های پایین، اختلاط به خوبی انجام نمی گیرد و در نتیجه پخش نانو ذرات بطور یکسان و مناسب در مایع اتفاق نمی افتد و قسمت هایی از سطوح ماده جاذب با کروم تماس پیدا نمی کند و راندمان حذف کاهش می یابد. مطالعات Shen و همکاران نشان داد که نانو ذرات مگنتیت قادرند فلزات سنگین کروم شش ظرفیتی، نیکل، کادمیوم و روی در pH ۴ با ظرفیت جذب ۳۵/۴۶ میلی گرم به ازای هر گرم جاذب جذب کنند (۱۴).

### منابع:

1. Wan Ngah WS, Hanafiah MA. Removal of heavy metal ions from wastewater by chemically modified plant wastes as adsorbents: a review. *Bioresour Technol.* 2008; 99(10): 3935-48.
2. Wang P, Lo IM. Synthesis of mesoporous magnetic  $\text{-Fe}_2\text{O}_3$  and its application to Cr (VI) removal from contaminated water. *Water Res.* 2009; 43(15): 3727-34.
3. Rahmani AR, Norozi R, Samadi MT, Afkhami A. [Hexavalent chromium removal from aqueous solution by produced Iron nanoparticles. *Iran J Environ Health.* 2009; 1(2): 67-74.] Persian
4. Hu J, Chen G, Lo I. Removal and recovery of Cr (VI) from wastewater by maghemite nanoparticles. *Water Res.* 2005; 39(18): 4528-36.
5. Li H, Li Z, Liu T, Xiao X, Peng Z, Deng L. A novel technology for biosorption and recovery hexavalent chromium in wastewater by bio-functional magnetic beads. *Bioresour Technol.* 2008; 99(14): 6271-9.

6. Borai E, El-Sofany E, Morcos T. Development and optimization of magnetic technologies based processes for removal of some toxic heavy metals. Adsorption. 2007; 13(2): 95-104.
7. Rafati L, Asgari AA, Hoseini SS, Mahvi A. Evaluating the performance of Iron Nano Particle Resin (Liwatit FO36) in Removing Cr (VI) from Aqueous Solutions. Int J Environ Sci Tech. 2010; 7: 147-56.
8. Shirzad M, Samadi MT, Rahmani AR, Khataee AR, Bordbar M, Samarghandi MR. [Photocatalytic removal of hexavalent chromium and divalent nickel from aqueous solution by UV Irradiation in the presence of titanium Dioxide Nanoparticles. Iran J Environ Health. 2010; 2(3): 261-70.] Persian
9. Hu J, Lo IM, Chen G. Removal of Cr (VI) by magnetite nanoparticle. Water Sci Technol. 2004; 50(12): 139-46.
10. Taguchi G, Yokoyama Y, Wu Y. Taguchi methods: design of experiments. Michigan, Allen Park: American Supplier Institute. 1993.
11. Jung Y, Choi J, Lee W. Spectroscopic investigation of magnetite surface for the reduction of hexavalent chromium. Chemosphere. 2007; 68(10): 1968-75.
12. Khajeh M, Khajeh A. Synthesis of magnetic nanoparticles for biological and water applications. Nanomedicine. 2009. Jan. [Epub ahead of print]
13. Shen Y, Tang J, Nie Z, Wang Y, Ren Y, Zuo L. Tailoring size and structural distortion of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles for the purification of contaminated water. Bioresour Technol. 2009; 100(18): 4139-46.
14. Shen YF, Tang J, Nie ZH, Wang YD, Ren Y, Zuo L. Preparation and application of magnetic Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles for wastewater purification. Separat Purificat Technol. 2009; 68(3): 312-9.

## **Removal of Cr (VI) from simulated electroplating wastewater by magnetite nanoparticles**

Khodabakhshi A (PhD)\*<sup>1</sup>, Amin MM (PhD)<sup>2</sup>, Sedehi M (PhD)<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Environmental Health Engineering Dept., Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, Iran, <sup>2</sup>Environmental Research Center, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran, <sup>3</sup>Medical Plants Research Center, Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, Iran.

Received: 25/Dec/2011    Revised: 9/Feb/2011    Accepted: 11/Apr/2011

**Background and aims:** Chromium is considered as one of the important environmental pollutants. There is high concentration of chromium in the wastewater of electroplating industries. Magnetic iron nanoparticles are used to control and eliminate heavy metals from industrial effluents through the mechanisms of adsorption, ion exchange and electrostatic forces. The aim of this study was to evaluate the efficiency of magnetic nanoparticles for removal of hexavalent chromium (VI) from simulated electroplating wastewater and the parameters that influence the removal.

**Methods:** The magnetite nanoparticles were prepared by sol-gel method through the addition of bivalent and trivalent iron chloride in the water environment under alkaline conditions. Then the factors influencing this process, including nanoparticle concentration, initial concentration of chromium, pH, mixing rate and retention time were studied. The taguchi method was used to determine sample size and data analysis. Sampling was performed based on sampling protocol.

**Results:** Removal efficiency was increased with significant increasing the mixing speed ( $P < 0.001$ ). There was a significant reduction in the removal efficiency by increasing the pH and chromium concentration ( $P < 0.001$ ). The findings of this study showed that in pH 2, 10 mg/L initial chromium concentration, a dose of 1 g/L synthesized magnetite nanoparticles, 5 minutes retention time and 250 rpm mixing rate, about 82 % of chromium (VI) was removed. In addition, characteristics of nanoparticles including: particles structure, composition, size and zeta potential were determined using analytical devices such as: XRD, XRF, Zeta potential and particle seizer.

**Conclusion:** Magnetite nanoparticles have high competency for removal of chromium (VI) from simulated electroplating wastewater, and removal efficiency is reversely related to pH.

**Keywords:** Adsorption, Chromium (VI), Magnetite nanoparticles, Simulated electroplating wastewater

**Cite this article as:** Khodabakhshi A, Amin MM, Sedehi M. [Removal of Cr (VI) from simulated electroplating wastewater by magnetite nanoparticles. J Sharekord Univ Med Sci. 2011 Oct, Nov; 13(4): 94-101.]Persian

---

\*Corresponding author:

Environmental Health Engineering Dept, Health faculty, Shahrekord University of Medical Sciences, Rahmatieh, Shahrekord, Iran. Tel: 00983812253661, E-mail: khodabakhshi@skums.ac.ir